

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

①

(11)Publication number : 02-021284

(43)Date of publication of application : 24.01.1990

(51)Int.Cl.

G01T 1/24

G01T 1/29

H01L 31/09

(21)Application number : 63-171262

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 08.07.1988

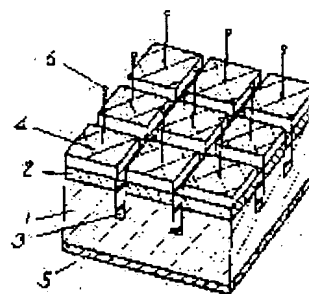
(72)Inventor : OKUDA YASUSHI

## (54) PARTICLE BEAM DETECTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To achieve higher resolutions by arranging a construction which includes a semiconductor substrate, insulating members for separating the substrate electrically into a plurality of areas with insulating bodies and an electrode layer formed on the surface of the areas separated of the semiconductor substrate.

**CONSTITUTION:** A p-type semiconductor 1 and an n+ type semiconductor substrate are separated with insulating members 3 into a plurality of fine areas to form an electrode layer 4 on the n+ type semiconductor 2. Aluminum or gold is used beneath the p-type semiconductor 1 to form a metal deposited film 6. When a reverse bias is applied to a junction of the p-type semiconductor 1 and the n+ semiconductor 2 through the electrode layer 4 and the metal deposited film 6, a depletion layer is formed within the semiconductor substrate to generate a high electric field. Here, for example, when a  $\alpha$  beam is incident into the semiconductor substrate, numerous electron-hole pairs are created to be collected to the electrode layer 4 and detected as pulse signal. In this case, as the semiconductor substrate is separated into fine areas with insulating members 3, it is possible to improve resolutions in the measurement of an incident position of the  $\alpha$  beam.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-21284

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 01 T 1/24

H 01 L 31/09

識別記号

C

庁内整理番号

8406-2G

8406-2G

④ 公開 平成2年(1990)1月24日

7522-5F H 01 L 31/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑬ 発明の名称 粒子線検出装置

① 特 願 昭63-171262

② 出 願 昭63(1988)7月8日

④ 発 明 者 奥 田 寧 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑦ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

⑧ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1、発明の名称

粒子線検出装置

2、特許請求の範囲

(1) 半導体基板と、この基板を複数の領域に電気的に分離する絶縁体と、この絶縁体によって複数的に分離された前記半導体基板のそれぞれのp-n接合あるいはp-i-n接合を含む領域の表面上に形成された電極層を含む構造を有することを特徴とする粒子線検出装置。

(2) p-n接合あるいはp-i-n接合を含む半導体基板と、この基板上に形成された電極層と、この電極層上に更に絶縁層と電極層を形することによって形成されたコンデンサを含む構造を有することを特徴とする粒子線検出装置。

(3) 同一半導体基板上に形成された信号読み出し回路と信号増幅回路を含む構造を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項あるいは第2項に記載の粒子線検出装置。

(4) p-n接合あるいはp-i-n接合を含む半

導体基板と、この基板上に形成された電極層を含み、更に前記半導体基板を特定の気体層あるいは液体層に封入するか、又は粒子線の入射径路中に特定の気体層あるいは液体層あるいは固体層を設けるという構造を有することを特徴とする粒子線検出装置。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は粒子線検出装置に関する。

従来の技術

原子核物理学や放射線関連分野の研究の進展に伴い、粒子線の検出技術も向上されてきた。粒子線検出装置には、電離箱・比例計数管・半導体検出器・泡箱など様々な種類があるが、中でも半導体検出器は、半導体基板内のp-n接合やp-i-n接合に逆バイアスを印加して、粒子線が入射した時に空乏層内で作られた電子-正孔対を高電界で加速して電子を陽極に収集することによって粒子線を検出するものである。

発明が解決しようとする課題

前述の半導体検出器に用いられる半導体基板は直径が数十ミリ程度あるが、この基板内に入射する粒子線の入射位置と入射方法については半導体基板の面積によって制限されて十分な分解能が得られない。又、入射方向が異なると半導体基板内はを粒子線が通過する距離が変化するので空乏層内で作られる電子-正孔対が変化するので、収集される電荷量にバラツキを生じ粒子線の入射エネルギーの測定分解能を落とす。

又、前述の半導体検出器では、半導体基板上に形成した電極に収集された電荷を同軸ケーブル等により外部に取り出し、コンデンサを介してパルス信号に変換し、更に増幅器でパルス信号を増幅して検出する。従って、同軸ケーブルの容量や抵抗によりパルス信号の波高や波形が変化するために、入射粒子線のエネルギーと時間の測定分解能が悪くなる。

その他、前述の従来の半導体検出器に同時に異なる粒子線、例えばアルファ線とガンマ線が入射した場合も2つ粒子線は区別されず粒子線の入射

エネルギーが正確に測定されない。

以上のように、前述の半導体検出器は入射粒子線のエネルギー・位置・時間の測定分解能が十分に得られないという課題をかかえている。本発明は、上述の課題を解決し入射粒子線のエネルギー・位置・時間について優れた測定分解能をもつ粒子線検出装置を提供することを目的としている。

#### 課題を解決するための手段

本発明は、上述の課題を解決するため、半導体基板と、この基板を複数の領域に電気的に分離する絶縁体と、この絶縁体によって複数の分離された前記半導体基板のそれぞれのp-n接合あるいはp-i-n接合を含む領域の表面上に形成された電極層を含む構造を備えたものである。

#### 作 用

半導体基板を絶縁体で複数の微小な領域に分離することによって、入射粒子線の入射位置の測定分解能を向上させる。又、粒子線が複数の領域を横切るように斜めに入射した場合にも各領域における収集電荷を解析することによって、入射粒子

線のエネルギー・位置・入射角度の測定分解能が向上する。

#### 実 施 例

本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

尚、図面では $n^+ - p$ 接合をもつ半導体を用いた粒子線検出装置を示しているが、 $p^+ - n$ 接合あるいは $p - i - n$ 接合をもつ半導体を用いた場合も可能である。

#### (第1実施例)

本発明の特許請求の範囲第1項の実施例を第1図および断面図である第2図を参照しながら説明する。

p型半導体1と $n^+$ 型半導体2とからなる半導体基板を絶縁体3により複数の微小な領域に分離し、 $n^+$ 型半導体2上に電極層4を形成する。

又、p型半導体1の下にアルミまたは金を用い金属蒸着層6を形成する。電極層4と金属蒸着層6を介してp型半導体1と $n^+$ 型半導体2との接合に対して逆バイアスを印加すると、半導体基板内に

空乏層が形成され高電界を生じる。そこで、半導体基板内に例えばアルファ線が入射すると、多数の電子-正孔対が作られ、移動度の大きい電子が高電界によりいち早く陽極側である電極層4に収集されパルス信号として検出される。この際、アルファ線の入射エネルギーと電極層4に収集される電子の数には単調な相関があるのでアルファ線の入射エネルギーが測定できるが、本実施例のように半導体基板を絶縁体3により微小な領域に分離することにより、アルファ線の入射位置の測定分解能が著しく向上すると共に、アルファ線が第2図のように入射した場合にも各電極層4に収集された電荷を解析することにより、アルファ線の入射エネルギーと入射角度について優れた測定分解能が得られる。

#### (第2実施例)

本発明の特許請求の範囲第2項の実施例を第3図を参照しながら説明する。

p型半導体1と $n^+$ 型半導体2とからなる半導体基板上に電極層4を形成し、更に電極層4の上に例

例えばシリコン酸化膜からなる絶縁層7をはさんで電極層8を形成することにより、半導体基板上にコンデンサを形成する。半導体基板内の高電界によって、粒子線の入射により作られた電子と正孔が電極層4および金属蒸着膜5に収集されるが、電子の移動度は、正孔の移動度の3.倍程度であり、電子の方がいち早く電極層4に収集される。ここで電子の収集時間 $t_e$ 、正孔の収集時間を $t_h$ とすると $t_e < t_h$ であるが、ここで電極層4の抵抗値Rとコンデンサの容量Cを $t_e < RC < t_h$ となるようにすれば、信号線6に得られるパルス電位 $V_s$ は、電極層4に収集される電子の総電荷量Qにより、 $V_s = Q/C$ と与えられるため、粒子線の入射エネルギーをパルス信号 $V_s$ により分解能よく測定できる。また、半導体基板上に直接コンデンサを形成するため、上述の測定分解能が安定して得られる。

#### (第3実施例)

本発明の特許請求の範囲第3項の実施例を第4図参照しながら説明する。

の厚さや圧力を調節することにより気体層9内で完全に止めることができる。一方ガンマ線の気体層9でのエネルギー損失は小さいため、同時に入射したアルファ線とガンマ線のうちガンマ線のみが気体層9を通過して半導体基板を用いた粒子線検出装置によって検出される。このように選択的に粒子線を検出することで、目標とする粒子線を測定分解能よく検出することが可能となる。尚、この際に気体層9に例えばアルゴン70%とイソブタン30%の混合気体を用いると荷電粒子の入射による電離特性がよいので、気体層9内にバイアス印加のための電極15と信号線14を設け信号線14から電極15に高電界をかけるとアルファ線や陽子の入射により励起された電子群が信号線14に収集されるので、気体層9内で止まる粒子線の検出もできる。又、気体層9の代わりにフッ化リチウム膜を入射径路中に設けると、中性子線が入射した際にリチウムとの核反応により放出されるアルファ線を後方の粒子線検出装置で検出することができる。ところで、第5図に用いら

半導体基板9の中央部に粒子線検出部として第1実施例に記載の粒子線検出装置10を形成し、半導体基板9の周辺部に粒子線の検出位置と検出電荷を読み出すための信号読み出し回路11と検出電荷をパルス増幅する信号増幅回路12を形成し、検出装置全体を集積化することによって検出時間の測定分解能を向上させる。尚、検出装置は集積化することによって小型化・軽量化し汎用性を増すという利点を合わせ持つ。

#### (第4実施例)

本発明の特許請求の範囲第4項の実施例を第5図を参照しながら説明する。

p型半導体1とn<sup>+</sup>型半導体2とからなる半導体基板と、その上に形成された電極層4とを含む粒子線検出装置と、粒子線の入射径路中に設けた気体層13を含むこの粒子線検出装置は、例えばアルファ線とガンマ線といった異なる種類の粒子線が入射窓16を通して同時に入射した場合、質量および電荷量の大きいアルファ線は気体層9での散乱によるエネルギー損失が大きく、気体層9

れている半導体粒子検出装置は、特許請求の範囲第1項および第2項に記載の粒子線検出装置を組み合わせることによって、より優れたエネルギー・位置の測定分解能が得られるものである。

#### 発明の効果

以上の説明から明らかなように、本発明は特許請求の範囲第1項から第4項に記載の構造を有する粒子線検出装置によって、入射粒子線のエネルギー・位置・時間について優れた測定分解能が得られるという効果を有するものである。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図と第2図はそれぞれ、本発明粒子線検出装置の第1実施例の斜視図と断面図、第3図は、本発明粒子線検出装置の第2実施例の断面図、第4図は本発明粒子線検出装置の第3実施例の構成図、第5図は第4の実施例に於ける粒子線検出装置の一構成の断面構成図である。

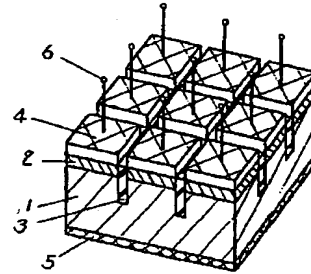
1……p型半導体、2……n<sup>+</sup>型半導体、3……絶縁体、4……電極層、5……金属蒸着膜、6

... 信号線。

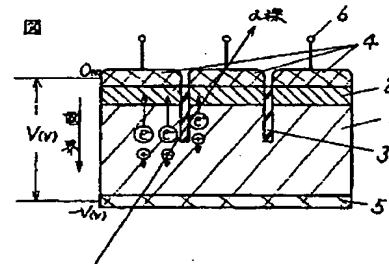
代理人の氏名 井理士 栗野重孝 ほか1名

- 1—P型半導体
- 2— $n^+$ 型半導体
- 3—絶縁体
- 4—電極層
- 5—金属蒸着膜
- 6—信号線

第1図

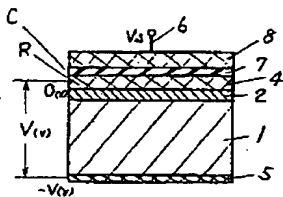


第2図

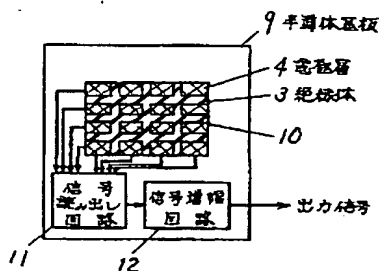


- 1—P型半導体
- 2— $n^+$ 型半導体
- 4.8—電極層
- 5—金属蒸着膜
- 6—信号線
- 7—絶縁層

第3図



第4図



- 1—P型半導体
- 2— $n^+$ 型半導体
- 3—絶縁体
- 4.8—電極層
- 5—金属蒸着膜
- 6.14—信号線
- 7—絶縁層
- 13—気体層
- 15—電極
- 16—入射窓

第5図

